

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. April 2004 (29.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/036784 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04B 5/00**,
B60C 23/04, H04B 13/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003141

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. September 2003 (22.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 47 526.1 11. Oktober 2002 (11.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESellschaft** [DE/DE];
Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HRABY, Günther**
[AT/AT]; Josef Schöffelg. 7, A-3021 Pressbaum (AT).
RENNER, Alexander [AT/AT]; Ignazgasse 5/9, A-1120
Wien (AT). **SCHINDELARZ, Georg** [AT/AT]; Nikols-
dorfergasse 10/37, A-1050 Wien (AT). **VEITH, Peter**
[AT/AT]; Peter-Jordan-Strasse 88/6, A-1190 Wien (AT).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

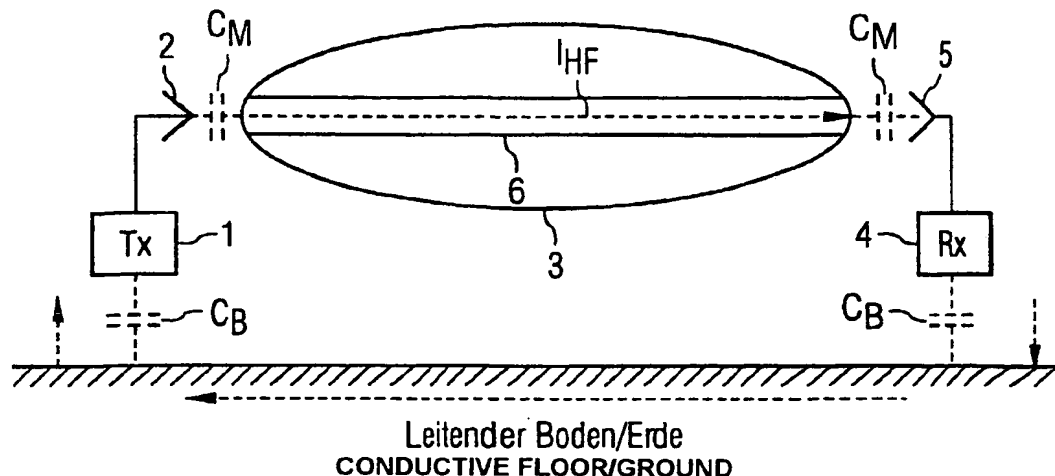
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ASYMMETRIC INFORMATION TRANSMISSION SYSTEM USING AN ELECTRIC NEAR FIELD

(54) Bezeichnung: UNSYMMETRISCHES NACHRICHTENÜBERTRAGUNGSSYSTEM UNTER VERWENDUNG VON
ELEKTRISCHEM NAHFELD



(57) Abstract: Disclosed is an information transmission system comprising a transmitter (1) which capacitively and asymmetrically couples an electric near field into an electrical conductor element (6). Said conductor element (6) is made of an essentially homogeneous medium and is provided with an impedance (C_B) to the ground, which is used as a return conductor during the transmission of information. A receiver (4) capacitively decouples the electric field and demodulates the transmitted information. The inventive information transmission system can be used in a tire pressure measuring system of a motor vehicle, for example, the conductor element being part of the body of the motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Das Nachrichtenübertragungssystem weist einen Sender (1) auf, der ein elektrisches Nahfeld unsymmetrisch in ein elektrisches Leiterelement (6) kapazitiv einkoppelt. Das Leiterelement (6) besteht aus einem im Wesentlichen homogenen Medium und weist eine Impedanz (C_B) zur Erde auf, die als Rückleiter bei der Nachrichtenübertragung dient. Ein Empfänger (4) koppelt das elektrische Feld kapazitiv aus und demoduliert die übertragene Nachricht. Das Nachrichtenübertragungssystem kann z.B. bei einem Reifendruckmesssystem eines Kraftfahrzeuges verwendet werden, wobei das Leiterelement dann ein Teil der Karosserie des Kraftfahrzeuges ist.

WO 2004/036784 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

UNSYMMETRISCHES NACHRICHTENÜBERTRAGUNGSSYSTEM UNTER VERWENDUNG VON ELEKTRISCHEM NAHFELD

- 5 Die Erfindung betrifft ein Nachrichtübertragungssystem, mit dem Nachrichten von einem Sender zu einem Empfänger übertragen werden. Sie betrifft auch einen Sender und einen Empfänger für dieses Nachrichtübertragungssystem sowie eine Verwendung des Nachrichtübertragungssystems bei einem Reifen-
- 10 druckmesssystem eines Kraftfahrzeugs.

Bei herkömmlichen Nachrichtenübertragungssystemen, bei denen Signale per Funk übertragen werden, ist ein Funksender 20 (Figur 4) vorhanden, der eine Antenne 21 aufweist, über die

15 elektromagnetische Wellen (hier als gestrichelter, blitzförmiger Pfeil dargestellt) abgestrahlt werden. Eine Antenne 22 eines Funkempfängers 23 empfängt die elektromagnetische Wellen und extrahiert daraus die übertragenen Nachrichten.

- 20 Die eigentliche Nachrichtenübertragung findet dabei durch elektromagnetische Strahlung im Fernfeld statt. Hierzu muss jede Antenne 21, 22 auf die Frequenz der abgestrahlten elektromagnetischen Felder angepasst sein. Ansonsten wird die Qualität der Nachrichtenübertragung stark verschlechtert.

25 Solch eine Funkübertragung im Hochfrequenzbereich hat den Nachteil, dass ein hoher Material- und Komponentenaufwand erforderlich ist, wie beispielsweise Antennen 21, 22, HF-Sende- und Empfangsteil, Steuerteil, Basisband, usw. Für eine

30 solche Funkübertragung wird sehr viel Strom verbraucht, um u.a. die Verluste auf der Übertragungsstrecke zu kompensieren. Zudem werden elektromagnetische Wellen auch in eine unerwünschte Umgebung gesendet, da ihre Amplitude nur langsam abklingt. Dies führt dazu, dass die Nachrichten, die übertragen werden, leicht abgehört oder gestört werden können. Au-

35 ßerdem entstehen störende Interferenzen mit anderen Systemen, die einerseits zu einem verschlechterten Empfang führen und

andererseits andere Systeme ungünstig beeinflussen können. Ferner ist die Anzahl der Teilnehmer eines Funk-Übertragungskanals begrenzt.

5 Nachrichten können auch bekannterweise im Hochfrequenzbereich leitungsgebunden übertragen werden. Hierzu wird eine Leitung mit Hin- und Rückleiter mit einem Wechselstrom gespeist, wobei die Leitungsinduktivität und die Leitungskapazität den Energietransport beeinflussen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit
10 ist dabei begrenzt. Je höher die übertragene Frequenz ist, desto aufwendiger und teurer müssen die Leitungen ausgebildet sein.

Der Nachteil bei dieser Nachrichtübertragung ist es, dass
15 Hin- und Rückleiter benötigt werden, die von ihrer Umgebung elektrisch isoliert sind. Ein Anzapfen der Leitungen führt zu einer verschlechterten Nachrichtenübertragung. Daher müssen die Auskoppelstellen speziell ausgebildet sein. Die Hin- und Rückleiter müssen mit ihrer Isolierung an die Umgebungsbedingungen angepasst sein, damit keine Kurzschlüsse erzeugt werden.
20

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Nachrichtenübertragungssystem mit einem Sender und einem Empfänger zu schaffen,
25 dass einfach aufgebaut ist, eine zuverlässige Nachrichtenübertragung unter Nutzung vorhandener Infrastruktur gewährleistet und universell eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Nachrichtenübertragungssystem
30 mit den Merkmalen von Patentanspruch 1, durch einen Sender mit den Merkmalen von Patentanspruch 8 und durch einen Empfänger mit den Merkmalen von Patentanspruch 9 gelöst.

Dabei weist das Nachrichtübertragungssystem einen Sender
35 auf, mit dessen Koppellement 2 im Wesentlichen ein elektrisches Nahfeld ausgesendet wird. Dieses Feld wird in einen Infrastrukturkörper eingekoppelt, der einen elektrisch lei-

tendes Element aufweist, in dem dann ein leitungsgebundener Leitungsstrom geführt wird. Der Leitungsstrom kann durch einen Empfänger mit einem Koppellement 2 ausgekoppelt werden. Der Stromkreis wird geschlossen über Verschiebestrome, die über Auskoppelkapazitäten und Bodenkapazitäten von Sender und Empfänger fließen, sowie über Erde oder den leitenden Boden zurück fließen.

Dies hat den Vorteil, dass aufgrund der kapazitiven Einkopplung in den Infrastrukturkörper die Verluste eines strahlenden Systems vermieden werden, und somit ein sehr geringer Stromverbrauch in Sender und Empfänger vorliegt. Es werden keine sich weit ausbreitenden, unerwünschten Streufelder produziert, da die Einkopplung vom Sender in den Infrastrukturkörper durch ein elektrisches Nahfeld mit einer nur geringen Reichweite vonstatten geht. Als Infrastrukturkörper können alle ohnehin vorhandenen Körper verwendet werden, die auch zumindest teilweise elektrisch leitende Elemente aufweisen. Die Hauptverluste entstehen lediglich in Kopplungskapazitäten zwischen Sender/Empfänger und Erde. Geringe Verluste entstehen zudem noch zwischen Kopplungselementen und Infrastrukturkörper, falls die Abstände dazwischen zu groß werden sollten.

Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Nachrichtübertragungssystems sind die Verlagerungen der Übertragungsstrecke vom Strahlungsfernfeld in ein quasistationäres Nahfeld mit einem hochfrequenten Wechselstrom. Dadurch wird grundsätzlich eine Ausstrahlung der hochfrequenten Energie in die Umgebung unterbunden, welche ansonsten zunehmend Störungen in fremden und eigenen Systemen zu Folge haben könnten. Eine Zulassung bei Funkbehörden ist somit nicht mehr notwendig, da die Störreichweite und Amplituden nur ganz gering gehalten werden können. Die Verluste auf der Übertragungsstrecke werden reduziert und der Stromverbrauch kann minimiert werden. Es werden keine Antennen benötigt, da das auszusendende elektromagnetische Feld entweder galvanisch oder kapazitiv in den Infrastrukturkörper eingekoppelt wird. Somit kann da Nachrichten-

übertragungssystem flexibel und mobil eingesetzt werden. Mit dem Wegfall der Antennen wird das elektronische Equipment einfacher, es wird keine für die Antenne spezielle Positionierung benötigt, wobei der Sensor, ein Steuerteil und eine
5 Übertragungseinheit auf einem Halbleiterchip ausgeführt werden können.

Eine Signalübertragung im quasistationären elektrischen Feld benötigt keine Taktgewinnung auf der Empfängerseite, denn der
10 Systemtakt könnte einheitlich in das Übertragungsmedium (Infrastrukturkörper mit seinem Leiterelement) eingespeist werden. Bei diesem Nachrichtübertragungssystem können die Methoden der Funktechnik, wie Trägeneraufbereitung, Modulation, Multiplexverfahren, Empfang und Demodulation uneingeschränkt an-
15 gewendet werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die Merkmale der Unteransprüche wiedergegeben. Besonders vorteilhaft ist es dabei, ohnehin vorhandene Infrastrukturkörper zum
20 Übertragen der Nachrichten zu verwenden. Das Medium, d.h. das leitende Element des Infrastrukturkörpers, braucht dazu nicht besonders ausgestaltet zu sein. Es genügt, wenn das leitende Element zeitinvariant elektrisch leitfähig ist, damit keine Verschlechterung der Übertragung erreicht wird. Vorteilhaft
25 ist es zudem, wenn der Infrastrukturkörper eine elektrische Impedanz gegenüber Erdpotential aufweist, wodurch dann eine gute Rückleitung über Erde bei der Nachrichtenübertragung gebildet wird. Die vorteilhafte Nutzung des Frequenzbandes im Bereich zwischen 5 MHz und 50 MHz führt dazu, dass die elekt-
30 ronische Schaltung in stromsparender CMOS-Technologie ausgeführt werden kann.

Besonders vorteilhaft kann dieses Nachrichtenübertragungssystem bei einem Reifendruckmeßsystem eines Kraftfahrzeugs verwendet werden. Als Infrastrukturkörper wird dabei die Karos-
35 serie und das Fahrwerk des Kraftfahrzeugs (inklusive Räder mit Reifen) verwendet. In jedem Reifen ist jeweils ein Sender

angeordnet, der die zu übertragenden Daten/Nachrichten über das metallene und elektrisch leitende Fahrwerk (Felgen und Radachsen) sowie die Karosserie zu einem fahrzeugseitigen Empfänger überträgt. In gleicher Weise kann eine weitere drahtlose Nachrichtenübertragung von oder zu Sensoren und/oder Aktuatoren in einem Kraftfahrzeug realisiert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Nachrichtenübertragungssystems,

Figur 2 ein Blockschaltbild eines Senders/Empfängers des Nachrichtenübertragungssystems nach Figur 1,

15

Figur 3 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels des Nachrichtenübertragungssystems bei Verwendung in einem Reifendruckmesssystem eines Kraftfahrzeugs und

Figur 4 ein Blockschaltbild eines herkömmlichen Funk-Nachrichtenübertragungssystems.

20

Ein erfindungsgemäßes Nachrichtenübertragungssystem weist einen Sender 1 mit einem Sendeelement Tx auf, der über ein Koppellement 2 ein elektrisches Nahfeld als Streufeld erzeugt. Mit Hilfe des elektrischen Feldes soll ein Signalstrom in einem Infrastrukturkörper 3 induziert und eine Nachricht (Daten, Informationen, Signale) übertragen werden. Auf der Empfangsseite ist ein Empfänger 4, der ebenfalls ein Koppellement 5 aufweist, zum „Empfangen“ des vom Signalstrom induzierten, elektrischen Feldes.

30

Zwischen Sender 1 und Empfänger 4 ist der Infrastrukturkörper 3 angeordnet, der ein oder mehrere von Erde (Erdpotenzial) elektrisch isolierte und elektrisch leitende Elemente 6 (als Leiterelement oder elektrischer Leiter bezeichnet) aufweist. Sender 1 und Empfänger 4 weisen jeweils eine Kapazität gegen Erde auf (im folgenden als Bodenkapazität C_B bezeichnet).

35

Zum Übertragen von Nachrichten erzeugt der Sender 1 über sein Koppel-element 2 ein quasistationäres elektrisches Nahfeld, das in den elektrischen Leiter-element des Infrastrukturkörpers 3 eingestreut wird. Der freie Abstand zwischen dem Koppel-element 2 und dem Leiter-element 6 wird durch einen Verschiebungsstrom überbrückt, der über die „virtuelle“ Kapazität C_M (gestrichelt in Figur 1 dargestellt) zwischen Koppel-element 2 und Leiter-element 6 fließt. In dem elektrischen Leiter-element 6 fließt ein hochfrequenter Leitungsstrom I_{HF} (gestrichelter Pfeil im Leiter-element 6 in Figur 1), der im Bereich des Koppel-elements 5 des Empfängers 4 ein quasistationäres elektrisches Nahfeld erzeugt, das in das Koppel-element 2 gestreut wird, wodurch die übertragenen Nachrichten empfangen werden.

Der Stromkreis von Sender 1 zum Empfänger 4 und zurück ist senderseitig über die Koppelkapazität C_M zwischen Koppel-element 2 und Leiter-element 6 des Infrastrukturkörpers 3, durch das elektrische Leiter-element 6, empfangsseitig über die Koppelkapazität C_M zwischen Leiter-element 6 und Koppel-element 5 des Empfängers 4, über die Koppelkapazität C_B zwischen Empfänger 4 und Erde, und zurück über Erde als elektrischer Leiter und die Koppelkapazität oder Bodenkapazität C_B zwischen Erde und Sender 1 geschlossen. Dabei fließt über die jeweiligen Koppelkapazitäten C_B , C_M der aus der Funkübertragung bekannte Verschiebungsstrom und im Leiter-element 6 des Infrastrukturkörpers 3 sowie der Erde ein Leitungsstrom.

Als Infrastrukturkörper 3 mit seinem elektrischen Leiter-element 6 können ohnehin vorhandene Infrastrukturkörper 3, wie beispielsweise die Karosserie eines Autos, das Fundament einer Werksmaschine, ein gummiertes Kettenfließband, Turbinenschaufeln, metallisierte Produktetiketten, die Heizungsinstallation in einem Gebäude usw. verwendet werden.

Durch das quasistationäre elektrische Nahfeld zwischen Koppel-element 2 und Infrastrukturkörper 3, genügt eine relativ

kleine Leistung, um über das Nahfeld eine entsprechende Wechselspannung in dem Leiterelement 6 zu induzieren. Das Übertragungssystem ist energiesparend und weist somit nur geringe Verluste auf. Die Reichweite des Nahfeldes ist allerdings
5 sehr gering, so dass die Koppellemente 2, 5 jeweils in der Nähe des Infrastrukturkörpers 3 mit seinem elektrischen Leiterelement 6 angeordnet sein müssen. Dies hat hingegen den Vorteil, dass die übertragenen Nachrichten nur schwer aus der
10 Ferne abgehört oder manipuliert werden können, da eine Feldausbreitung im Fernfeld nicht vorhanden ist und Streufelder sehr schnell in ihrer Amplitude abklingen (proportional zu $1/r^2$ oder $1/r^3$).

Die Trägerfrequenz kann so gewählt werden, dass die Impedanzen der Bodenskapazitäten C_b und der Kopplungskapazitäten C_m
15 zwischen Koppellementen 2, 5 und Infrastrukturkörper 3 sehr niederohmig sind, wodurch der dadurch erfolgte Spannungsabfall und infolgedessen die Verluste gering sind. Die Kopplungskapazitäten C_m zwischen jeweiligen Koppellement 2, 5
20 und dem Infrastrukturkörper 3 hängen darüber hinaus von den gegenseitigen Abständen und Abmessungen bei der jeweiligen Anwendung ab (kann analog wie die Kapazität eines Plattenkondensators berechnet werden).

25 Das elektrische Leiterelement 6 des Infrastrukturkörpers 3 sollte aus einem weitgehend homogenen Material bestehen und seine Leitfähigkeit sollte zeitinvariant sein (d.h. zeitlich nicht ändern). Somit liegt dann ein Übertragungsmedium für
einen hochfrequenten Wechselstrom vor, das ein kompliziertes
30 RCL-Netzwerk mit reproduzierbaren Verhältnissen darstellt. Die Verluste sind dennoch wesentlich geringer als in einem Hochfrequenzfunkkanal. Der elektrische Leiterelement 6 muss nicht einstückig sein. Kurze Abstände (nicht leitende Abschnitte) zwischen leitendem Material stellen wiederum Kopp-
35 lungskapazitäten dar, die gut durch einen Verschiebungsstrom überbrückt werden können.

Der schematische Aufbau eines Senders 1 oder Empfängers 4 ist in der Figur 2 dargestellt. Dabei weist der jeweilige Sender 1 oder Empfänger 4 ein Gehäuse 7 auf, in dem ein Sendeelement Tx bzw. ein Empfangselement Rx angeordnet ist. Sender 1 und Empfänger 4 weisen jeweils eigenständige Energiequellen 8 auf, mögliche Sensoren 9 zum Messen von physikalischen Größen, eine Steuereinheit (Controller) 10 sowie die jeweiligen Koppelemente 2, 5 und Bodenkoppelemente 11.

10 Mit dem Sender 1 bzw. Empfänger 4 ist jeweils ein Koppelement 2, 5 elektrisch verbunden, das eine kapazitive Elektrode darstellt. Es kann auch ein Kondensator als Koppelement 2, 5 verwendet werden. Durch das Koppelement 2, 5 wird ein im wesentlichen elektrisches Nahfeld (Streufeld) erzeugt und im Nahbereich abgestrahlt. Das Koppelement 2, 5 kann auch durch eine galvanische Verbindung ersetzt werden. Dann fließt der hochfrequente Leitungsstrom vom Sender 1 über ein nicht dargestelltes Anpassungsnetzwerk und über die galvanische Verbindung unmittelbar zum Leiterelement 6 des Infrastrukturkörpers 3.

Zwischen Sender 1 und galvanischer Verbindung ist dann ein Anpassungsnetzwerk, das beispielsweise zumindest einen konzentrierten Kondensator aufweisen kann, über den das gestreute Nahfeld in die galvanische Verbindung eingekoppelt wird.

Sender 1 bzw. Empfänger 4 weisen jeweils eine Koppelkapazität gegen Erde (als Bodenkapazität C_B bezeichnet) auf, die durch eine Elektrode (auch als Bodenkoppelement 11 bezeichnet) des Senders 1 und dem leitenden Boden als zweite Elektrode gebildet wird. Zudem weist jeder Sender 1 und jeder Empfänger 4 jeweils zumindest ein Koppelement 2, 5 (auch als Mediumkoppler bezeichnet) auf, das die elektrische Kopplung zum elektrischen Leiterelement 6 des Infrastrukturkörpers 3 bewerkstelligt.

Mit Hilfe der Steuereinheit 10 können Sensorsignale oder vom Sensor erhaltene Daten auf einen hochfrequenten Träger als zu übertragende Daten aufmoduliert bzw. demoduliert werden. Bei solchen Sendern 1 und Empfängern 4 können herkömmliche Techniken der Nachrichtenübertragung, wie Modulation und Demodulation, die dem Fachmann hinreichend bekannt sind, verwendet werden.

Da in dem Leiterelement 6 des Infrastrukturkörpers 3 ein hochfrequenter Leitungsstrom (I_{HF}) fließt, ist die Dämpfung entlang des Leiterelements 6 wesentlich geringer als bei einer vergleichbaren Funkübertragung, bei der ein stärker verlustbehafteter Verschiebungsstrom fließt. Somit genügt es, wenn das elektrische Feld mit geringerer Energie erzeugt wird, um gegenüber der gewöhnlichen Funktechnik Energie einzusparen, um dennoch relativ große Reichweiten für die Übertragung zu erhalten.

Auch wenn über den Infrastrukturkörper 3 nur in einer Richtung Daten übertragen werden, so kann dennoch eine einheitliche Synchronisation - wie bei Zweiwegsystemen - stattfinden, indem der Systemtakt in das Übertragungsmedium eingespeist wird. Aus diesem Grunde wird auch nur ein einziger elektrisches Leiterelement 6, das heißt eine einzige elektrische Verbindung zwischen den Koppellementen 2, 5 benötigt. Man spricht dann von einem unsymmetrischen elektrischen Leiterelement 6, das als Rückleiter das Erdpotential ausnützt. Die Energieeinspeisung in den Infrastrukturkörper 3 geschieht dann eben auch unsymmetrisch.

Die Nachrichtenübertragung kann dabei - ebenso wie bei der konventionellen Datenübertragung - auch bidirektional von-statten gehen. Auch eine parallele Mehrfachübertragung, wie aus der Nachrichtentechnik bekannt, kann eingesetzt werden.

In Figur 3 ist ein Ausführungsbeispiel (Verwendungsbeispiel) für ein Nachrichtübertragungssystem für die Verwendung bei

einem Reifendruckmesssystem eines Kraftfahrzeugs dargestellt. In jedem Reifen 12 des Fahrzeugs befindet sich jeweils ein Sender Tx_1 bis Tx_5 (es kann auch das Reserverad mit einem Sender Tx_5 versehen sein). Die Reifen sind über die elektrisch leitenden Felgen 13 und die Radachse 14 mit der Karosserie 15 des Kraftfahrzeugs verbunden. Felgen 13, Radachsen 14 und Karosserie 15 sind elektrisch leitend und stellen den Infrastrukturkörper 3 mit seinem Leiterelement 6 dar.

Ein zentraler Empfänger Rx (oder jeweils ein jedem Rad zugeordneter Empfänger Rx_i) ist mittelbar oder unmittelbar mit der leitenden Karosserie 15 elektrisch verbunden und fahrzeugseitig an geeigneter Stelle angeordnet. Um nun Daten, wie Reifendruck, Temperatur im Reifen, Identifikationsnummer des Reifens oder Ähnliches, vom jedem Sender Tx_i zum Empfänger Rx (oder auch in umgekehrte Richtung) zu übertragen, werden die ohnehin vorhandenen Infrastrukturkörper 3, 13, 14, 15 mit ihren elektrisch leitenden Elementen ausgenutzt. Hierzu erzeugt jeder Sender Tx_i ein quasistationäres elektrisches Nahfeld, das in die Felge 13 eingekoppelt wird. Von dort fließt dann ein Leitungsstrom I_{HF} über die Radachse 14 zur Karosserie 15. Der Empfänger Rx kann dann durch elektrisches Auskoppeln des quasistationären elektrischen Nahfeldes in der Nähe der Karosserie 15 die Signale auskoppeln und daraus die Daten demodulieren.

Der Rückfluss des Stromes geschieht dann über einen Verschiebungsstrom im quasistationären elektrischen Nahfeld der Bodenkapazitäten C_{B3} des Empfängers Rx zum Boden, über den Leitungsstrom I_{HF} im Boden und über die Bodenkapazitäten C_{B1} bzw. C_{B2} der Sender $Tx_1, 2$ zurück zum Sender $Tx_1, 2$. Falls zwischen Felge 13, Radachse 14 und Karosserie 15 keine unmittelbare elektrische Verbindung vorhanden sein sollte, so wird dennoch die Nachrichtenübertragung nicht unterbrochen, da diese Teile eine Koppelkapazität zueinander aufweisen, die über einen Verschiebungsstrom leicht und ohne größere Verluste überbrückbar sind.

Die Sender Tx_1 und Tx_2 weisen jeweils Bodenkapazitäten C_{B1} bzw. C_{B2} auf, während die Radachse 14 als Leiterelement eine elektrische Impedanz C_{B4} als Bodenkapazitäten gegenüber Erdpotenzial aufweist. Der Empfänger weist die Bodenkapazitäten C_{B3} auf.

Die Verwendung bei einem Reifendruckmesssystem hat den Vorteil, dass die ausgesendeten Signal mit weitgehend konstanter Amplitude empfangen werden, selbst bei sich drehendem Rad. Denn die Signale werden über die jeweilige Felge 13 und zentral zur Felge 13 angeordnete Radachsen 14 übertragen und haben immer die gleiche Entfernung zurückzulegen. Bei Funksystemen hingegen ändert sich die Amplitude bei sich drehendem Rad periodisch mit der Raddrehzahl, da sich die Entfernung und die Phasenlage zwischen Sender Tx und Empfänger Rx periodisch mit der Raddrehzahl ändern.

Bei einer solchen Verwendung braucht zwischen dem Sender Rx und dem Empfänger Tx keine eigene Nachrichtenübertragungsleitung verlegt zu werden. Es werden die ohnehin vorhandenen Infrastrukturkörper 3 mit ihre leitenden Elementen 6 ausgenutzt. Signale von benachbarten Fahrzeugen werden nicht in die Karosserie 15 eingekoppelt, da diese zu weit entfernt sind und sich somit nicht störend auswirken.

Die fließenden HF-Ströme (Leitungsstrom I_{HF} und Verschiebungsstrom) konzentrieren sich im Wesentlichen auf die leitenden Teile und wirken sich somit nicht auf andere elektrische Einheiten aus. Ein Abhören der Nachrichten ist ebenfalls erschwert, da sich Streufelder schon nach kurzer Distanz nicht mehr auswirken.

Typischerweise sollten zur Übertragung der Nachrichten bei solche Nachrichtenübertragungssystemen Trägerfrequenzen zwischen 5 MHz und 50 MHz verwendet werden. Selbstverständlich

können auch - abhängig von der Verwendung und den geometrischen Abmessungen - andere Frequenzen verwendet werden.

Weitere Verwendungsmöglichkeiten für das Nachrichtenübertragungssystem sind beispielsweise die Sensorsignalübertragung über den Körper einer Werkmaschine, die Prozessorganisation und Steuerung an einem Fließband, das Metallglieder aufweist, die Nachrichtenübertragung bei Verpackungen von Nahrungsmitteln, wobei die Verpackungen metallisierte und elektrisch leitende Etiketten aufweisen, die Sensor- und Signalübertragung in einem Kraftfahrzeug, in einem Flugzeug, in einer Güter- und Kühlkammer eines LKWs oder eines (Container-) Schiffes, die drahtlose Signalübertragung in einem Konferenzzimmer unter Benutzung eines Besprechungstisches, der ein metallenes Gestell aufweist, über das die Leitungsströme fließen, oder die Signalübertragung über beispielsweise ein Heizkörpersystem in einem Gebäude.

Mit dem Nachrichtenübertragungssystem können auch Bussysteme ersetzt werden. Es brauchen also keine separaten Busleitungen verlegt zu werden, sondern es kann die vorhandene Infrastruktur verwendet werden. In der Verkehrstechnik (Schienenverkehr) kann das Nachrichtenübertragungssystem gut verwendet werden, da die Gleise als leitendes Medium ausgenutzt werden können, ohne dass eigene Signalleitungen verlegt werden müssen. Es genügen die Sender 1 mit Sensoren 9 an geeigneten Stellen, die die Signale an den Empfänger 4 beispielsweise im Schienenfahrzeug über die Gleise übertragen.

Das Nachrichtenübertragungssystem kann gut in der Messtechnik verwendet werden, und zwar bei solchen Anwendungen, bei denen extreme Umweltbedingungen existieren, die einer Funkverbindung oder der leitungsgebundenen Übertragung abträglich sind. So kann das Nachrichtenübertragungssystem beispielsweise bei hohen Temperaturen, bei starken Störfeldern, bei hohen Drücken, in aggressiver Atmosphäre, usw. eingesetzt werden,

falls ein geeignetes Übertragungsmedium ohnehin vorhanden ist.

Der Infrastrukturkörper 3 muss elektrisch leitende Teile
5 (Leiterelemente 6) aufweisen, über die der Leitungsstrom I_{HF} fließen kann. Der Abstand zwischen den Koppellementen 2, 5 und dem elektrisch leitenden Medium (Leiterelemente 6) darf nicht zu groß sein, damit noch ein genügend großes, elektrische Feld in den Leiterelement 6 eingestreut wird. Das Lei-
10 terelement 6 sollte aus einem weitgehend homogenen Material hergestellt sein, das zeitinvariant elektrisch leitfähig ist. Der menschliche Körper ist hierfür nur ungenügend geeignet, da er einerseits einen hohen „Eingangswiderstand“ (Hautwiderstand) und andererseits eine zeitvariante und nicht homogene
15 Leitfähigkeit, d.h. ein abhängig von vielen Bedingungen abhängige Leitfähigkeit aufweist, die auch nicht unbedingt reproduzierbare Ergebnisse liefert. Zudem ist der menschliche Körper nicht gut genug elektrisch kontaktierbar. Insofern wird der Infrastrukturkörper 3 als alternatives Übertragungs-
20 medium genutzt.

Sender 1 und Empfänger 4 können in einem Halbleiterchip integriert sein. Da keine ausgedehnte und auf die Trägerfrequenz abgestimmte Antenne benötigt wird, können Sender 1 und
25 Empfänger 4 bei Anwendungen mit beengten Verhältnissen, selbst in abgeschirmten Bereichen eingesetzt werden. Der Sender 1 kann zudem verschiedene (Mikro-)Sensoren 9 sowie Steuerprozessoren (Steuereinheiten 10) aufweisen und somit unmittelbar am Ort angeordnet werden können, an dem die interessierende physikalische Größe vorliegt. Dies hat den Vorteil,
30 dass einerseits die physikalische Größe genauer und vor Ort gemessen werden kann und andererseits ein kurzer Weg ohne störenden Einfluss zwischen Sensor 9 und Sender 1 besteht.

35 EMV-Probleme, wie sie bei einem Funksystem vorhanden sind, hat das erfindungsgemäße Nachrichtenübertragungssystem nicht, da die Streufelder nach außen nur eine geringe Reichweite ha-

ben (Nahfeld klingt mit $1/r^2$ oder höheren Potenzen von r) im Gegensatz zum Fernfeld ab, das mit $1/r$ abklingt.

5 Durch die unsymmetrische Einspeisung und Übertragung wird Material gespart. Die „Übertragungsleitung“, d.h. Leiterelement 6 braucht nicht besonders ausgelegt zu werden, sondern ist ohnehin als Teil des Infrastrukturkörpers 3 vorhanden.

Patentansprüche

1. Nachrichtenübertragungssystem mit
 - einem Sender (1), der zumindest ein Koppellement (2) auf-
5 weist, über das im Wesentlichen ein elektrisches Nahfeld
ausgestreut wird,
 - einem ohnehin vorhandenen Infrastrukturkörper (3), der ein
von Erde elektrisch isoliertes und elektrisch leitendes
Leiterelement (6) aufweist, in das das elektrische Feld
10 eingekoppelt wird, und
 - einem Empfänger (4), der zumindest ein Koppellement (5)
aufweist, durch das das in dem Leiterelement (6) übertrage-
ne Feld ausgekoppelt wird.
- 15 2. Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, dass das elektrische Feld galvanisch oder kapa-
zitiv in das Leiterelement (6) eingekoppelt wird.
3. Nachrichtenübertragungssystem nach einem der vorhergehen-
20 den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Leiterelement
(6) aus einem weitgehend homogenen Material besteht und zeit-
invariant elektrisch leitfähig ist.
4. Nachrichtenübertragungssystem nach einem der vorhergehen-
25 den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Leiterelement
(6) eine elektrische Impedanz (C_{Bi}) gegenüber Erdpotenzial
aufweist.
5. Nachrichtenübertragungssystem nach einem der vorhergehen-
30 den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Leiterelement
(6) ein unsymmetrisches Leiterelement ist, das als Rückleiter
zur Nachrichtenübertragung das Erdpotenzial ausnutzt.
6. Nachrichtenübertragungssystem nach einem der vorhergehen-
35 den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische
Feld mit einer zu übertragenden Nachricht moduliert ist.

7. Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerfrequenz etwa zwischen 5 MHz und 50 MHz liegt.

- 5 8. Sender zum Aussenden von Nachrichten, der zumindest eine Energieversorgung (8), einen Modulator (10) und ein Koppel-
element (2) aufweist, durch das die zu übertragende Nachricht
10 durch ein im Wesentlichen elektrisches Nahfeld in ein elekt-
risches Leiterelement (6) eingekoppelt wird.

10

9. Empfänger zum Empfangen von Nachrichten, der eine Energie-
versorgung (8), einen Demodulator (10) und zumindest ein Kop-
pelelement (5) aufweist, durch das die über ein elektrisches
Leiterelement (6) übertragende Nachricht durch ein im Wesent-
15 lichen elektrisches Nahfeld aus dem Leiterelement (6) ausge-
koppelt wird.

10. Verwendung des Nachrichtenübertragungssystems nach An-
spruch 1 bei einem Reifendruckmesssystem eines Kraftfahr-
20 zeugs, dadurch gekennzeichnet, dass das Leiterelement ein
Teil der Karosserie (15) des Kraftfahrzeugs ist und dass ein
Sender (Tx_1) in jedem Reifen (12) sowie der zugehörige Emp-
fänger (Rx_1) fahrzeugseitig in der Nähe der Karosserie (15)
angeordnet ist.

25

FIG 1

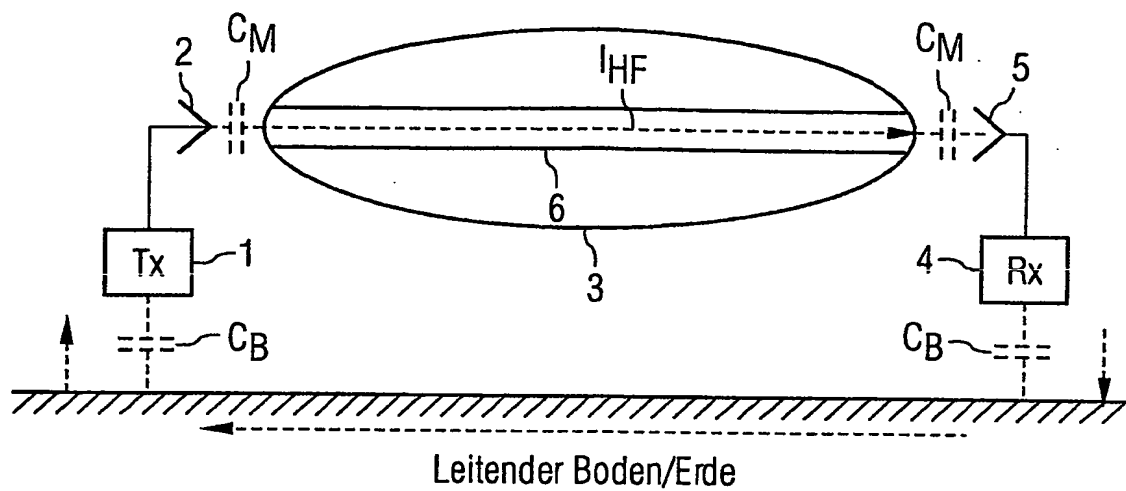


FIG 2

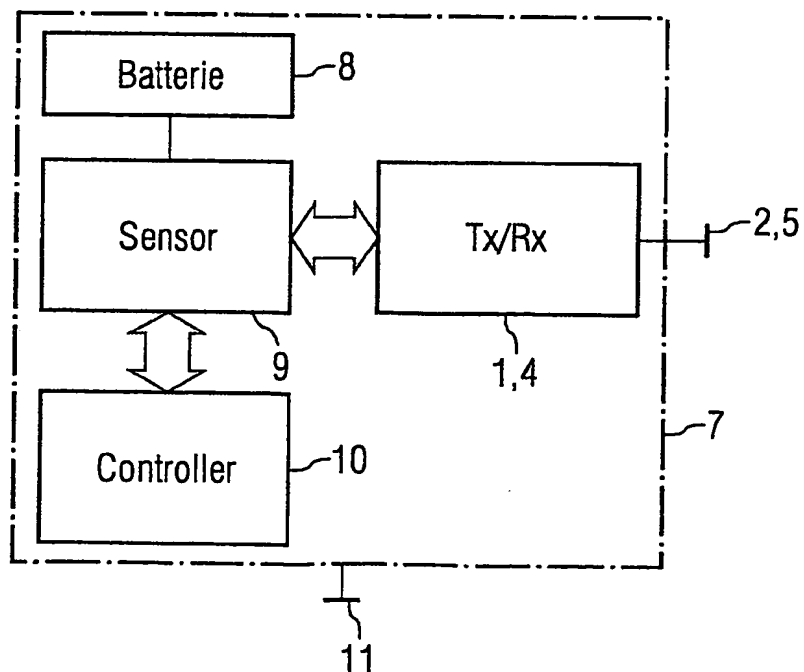


FIG 3

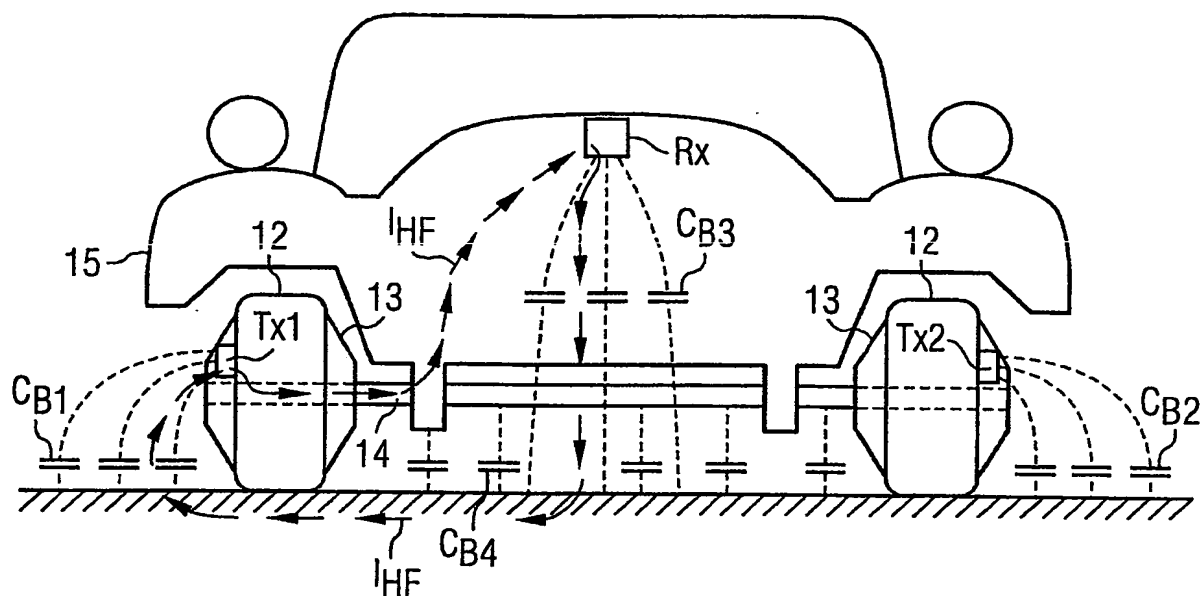


FIG 4

